

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-161237

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

G09G 3/36
G02F 1/133
H04N 5/66

(21)Application number : 09-325598

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 27.11.1997

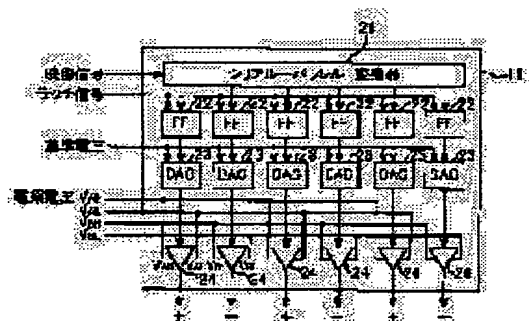
(72)Inventor : SEO MITSUYOSHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce power consumption of a source driver provided with ability for simultaneously outputting a positive image signal and a negative image signal to a picture element in a dot matrix display device sequentially scanning the picture elements.

SOLUTION: An output buffer 24 outputting a positive signal is driven by means of power source voltages VAH, VAL, while an output buffer 24 outputting a negative signal is driven by means of power source voltages VBH, VBL different from VAH, VAL, so that power consumed in the output buffers 24 can be reduced. When power source voltage is switched synchronously with a vertical synchronous signal and/or a horizontal synchronous signal, compliance with polarity inversion per a single frame/line is accomplished.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this
5 translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect
the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

10

CLAIMS

15 [Claim(s)]

[Claim 1] A picture element is arranged in the shape of a matrix on each intersection of
two kinds of bus lines called a source line and a gate line. In the liquid crystal display
which supplies the aforementioned signal level by the source driver which outputs
simultaneously the signal with which two or more picture elements linked to the same
20 gate line are updated all at once by the signal level which rode on the source line of a
picture element and the same number, and polarity differs The liquid crystal display
characterized by driving the 1st output buffer which outputs the signal of the straight
polarity of the aforementioned source driver, and the 2nd output buffer which outputs
the signal of negative polarity on different voltage.

25 [Claim 2] The liquid crystal display according to claim 1 by which it is providing-change
means to change drive supply voltage of 1st output-buffer [of the above], and 2nd
output buffer synchronizing with vertical-synchronizing-signal and/or horizontal

synchronizing signal into which it was inputted characterized.

[Claim 3] The liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by preparing an active element between each picture element and the aforementioned source line.

5 [Claim 4] The aforementioned active element is a liquid crystal display according to claim 3 characterized by being amorphous silicon TFT.

[Claim 5] The aforementioned picture element is a liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by being made using liquid crystal material.

10 DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

15 [The technical field to which invention belongs] this invention has the picture element of the capacitive load arranged in the shape of a matrix, and relates to the liquid crystal display which performs line sequential scanning, for example, the drive circuit of a-Si TFT AMLCD (Amorphous Silicon Thin Film Transistor Active Matrix Liquid Crystal Display).

[0002]

20 [Description of the Prior Art] Conventionally, in the notebook sized personal computer (Personal Computer) or the personal digital assistant, in order to lengthen the time which can be driven by one charge of a battery, it is required that the power consumption should be cut down. For this reason, it constitutes so that the data driver which outputs positive data voltage, and the data driver which outputs negative data
25 voltage may be used for JP,7-219484,A by turns and the liquid crystal of a display panel may be driven, and if power consumption is unnecessary in a large high proof-pressure data driver, the liquid crystal display which reduces power consumption in total by this

is indicated. Specifically, suppose one source driver of a common direct current and a drive that the source driver of a common reversal drive is replaced by two pieces with this conventional technology.

[0003]

5 [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when this conventional technology is used, in order that the number of source drivers may increase, mounting becomes difficult, and reliability falls, and there is a big problem of causing elevation of cost further. That is, the selection circuitry which a source driver is the most expensive member in the drive circuit of LCD, and chooses either among the outputs of the
10 source driver of two common reversal drives is needed now. Here, although it does not become a problem even if the redundancy about the number gate is between a video-signal input terminal and a serial-parallel converter, the redundancy between a serial-parallel converter and a liquid crystal cell leads to a ** cost rise. For this reason, it has been a very important technical problem how display which has the source driver
15 of a common direct-current drive of a low power is realized economically.

[0004] Then, in this invention, the above-mentioned technical problem is solved and it aims at offering the economical liquid crystal display which has the source driver of a common direct-current drive of a low power.

[0005]

20 [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the 1st invention arranges a picture element in the shape of a matrix on each intersection of two kinds of bus lines called a source line and a gate line. In the liquid crystal display which supplies the aforementioned signal level by the source driver which outputs simultaneously the signal with which two or more picture elements linked to the same
25 gate line are updated all at once by the signal level which rode on the source line of a picture element and the same number, and polarity differs It is characterized by driving the 1st output buffer which outputs the signal of the straight polarity of the

aforementioned source driver, and the 2nd output buffer which outputs the signal of negative polarity on different voltage.

[0006] Moreover, 2nd invention is taken as the providing-change means to change drive supply voltage of 1st output-buffer [of the above], and 2nd output buffer

5 synchronizing with vertical-synchronizing-signal and/or horizontal synchronizing signal into which it was inputted feature.

[0007] Moreover, 3rd invention is characterized by preparing an active element between each picture element and the aforementioned source line.

10 [0008] Moreover, 4th invention is characterized by the aforementioned active element being amorphous silicon TFT.

[0009] Moreover, 5th invention is characterized by making the aforementioned picture element using liquid crystal material.

[0010]

15 [Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt of this operation, after clarifying the fundamental concept of a liquid crystal display, this invention is explained based on this fundamental concept.

20 [0011] First, the fundamental concept of a liquid crystal display is explained. the monitor of present, Note PC (Personal Computer), and carried type TV -- a thin shape -- it is lightweight and the liquid crystal display LCD of a low power (Liquid Crystal Display) is adopted in many cases There are a TFT (Thin Film Transistor) method, a STN (Super Twisted Nematic) method, etc. in this LCD, and these two methods are the mainstream of LCD mass-produced now. Here, although a manufacturing cost becomes high compared with a STN method, contrast is high, this TFT method has little display
25 nonuniformity, it is advantageous to a multi-gradation display, and it has the feature that a speed of response is quick.

[0012] First, the structure of Above LCD is explained centering on a drive circuit. LCD

consists of two or more liquid crystal cells, for example, the color LCD of VGA (Video Graphic Array) has about 900,000 liquid crystal cells. Red, green, and blue three liquid crystal cells colored the blue three primary colors specifically constitute one picture element from a light filter, and the liquid crystal cell is arranged in the shape of [of the 640
5 figures x length of 480 lines of width] a matrix. For this reason, the total of a liquid crystal cell becomes $640 \times \text{RGB} \times 480 = 921600$ piece, and one picture is expressed by set of this liquid crystal cell.

[0013] Drawing 5 is drawing showing the structure of LCD of the TFT method of 6 figure x4 line. As shown in this drawing, LCD of this TFT method consists of a liquid
10 crystal panel 1, the source driver 2, a gate driver 3, a control circuit and a power circuit 4, TFT5, a liquid crystal cell 6, and a common electrode 7. In addition, this source driver 2 is also called a data driver, a column driver, X driver, or train electrode drive circuit, and a gate driver 3 is also called a scanning driver, a row driver, Y driver, or line electrode drive circuit.

15 [0014] The liquid crystal cell 6 is formed on the matrix on one glass substrate at the liquid crystal panel 1. If it sees from the drive circuit of LCD, each liquid crystal cell 6 can be considered to be a capacitive load, and will change an optical property according to the voltage impressed to the capacity. For example, in LCD of a normally white method, if the capacity is charged, it will become black and a liquid crystal cell will
20 discharge, it will become white.

[0015] The source electrode of TFT5 is connected to the output terminal of the source driver 2 through a source bus line, a gate electrode is connected to the output terminal of a gate driver 3 through a gate bus line, and the drain electrode is connected to the liquid crystal cell 6. The drain electrode of a liquid crystal cell 6 and the terminal of an
25 opposite side are connected to the common electrode 7. Since the common electrode of all the liquid crystal cells 6 is short-circuited mutually and it is maintained at always equal potential, the voltage currently impressed to each liquid crystal cell 6 is decided

by potential of the drain electrode of TFT5.

[0016] The source driver 2 is a drive circuit which outputs the voltage for making a liquid crystal cell ***** through TFT5, and a gate driver 3 is a drive circuit which outputs the voltage which controls switching of TFT5. Moreover, a control circuit and a power circuit 4 supply a timing signal, drive supply voltage, etc. to two kinds of this driver. TFT5 is a kind of switching element, and the operation resembles n-FET (Field Effect Transistor). Now, a-Si(Amorphous Silicon) TFT is chiefly used for large-sized LCD. However, a-Si On resistance of TFT is very as high as about several M omega, and it does not reach distantly [n-FET] efficiently.

[0017] TFT5 intervenes between the output terminal of the source driver 2, and a liquid crystal cell 6, and On resistance of TFT5 and the capacity of a liquid crystal cell 6 have RC time constant. Since the capacity of a liquid crystal cell 6 is about several pF, in order to charge one liquid crystal cell, the time about dozens ofmicrosec is required. For this reason, a-Si In LCD of a TFT method, the charging time is secured by charging simultaneously the liquid crystal cell beside one line (the time multi-line) within 1 level display period.

[0018] CRT (Cathode Ray Tube) and poly-Si At LCD of a TFT method, a video signal is a-Si to refreshing 1 dot at a time. In LCD of a TFT method, the video signals for one line are refreshed all at once. The former is called point sequential scanning and the latter is called line sequential scanning.

[0019] In LCD of VGA, although the side of one line and a 640xRGB=1920 piece liquid crystal cell are charged simultaneously, manufacture and mounting of IC equipped with 1920 output terminals are unreal. For this reason, this is realized now by mounting two or more ICs of a source driver with few output terminals in one set of LCD. A source driver is still the most expensive in the member used for the drive circuit of LCD. And it is also the member which affects display grace most again.

[0020] Drawing 6 is the block diagram showing the composition of the source driver 2

shown in drawing 5 . Here, a video signal shall be inputted into the source driver 2 in digital one. As shown in this drawing, a source driver consists of a serial-parallel converter or a shift register 21, a latch or a flip-flop (henceforth "FF") 22, a digital to analog converter (henceforth "DAC") 23, and an output buffer or an operational amplifier 24. Here, in order to reduce the number of pins of the input terminal of the source driver IC, a video signal is inputted serially, and after carrying out serial-parallel conversion of this and latching it, an analog signal is outputted from DAC23.

[0021] In order to shorten the charging time of a liquid crystal cell, an output buffer 24 is formed between DAC23 and an output terminal, and impedance conversion is carried out in many cases. It is necessary to supply a video signal to the serial-parallel converter 21, to supply a timing signal to FF22, and to supply the reference voltage for the so-called gamma amendment to DAC23, and it is necessary to supply the drive supply voltage +V and -V to an output buffer 24. In addition, instead of a digital latch, although the sample & hold element of an analog may be adopted, in this case, the above DAC 23 becomes unnecessary. However, if this analogue device is used, it will become difficult to reconcile high-speed operation, high degree of accuracy, and a low cost. Since 1920 output buffers per LCD are needed in the case of VGA, if the futility of one transistor is in the design of DAC or an output buffer, it will be connected with no less than 1920 futility in the whole LCD.

[0022] The rise of the cost and power consumption which originate in it on the other hand though the futility and the redundancy about the number gate are between the video-signal input terminals of LCD and the serial-parallel converters 21 which are not illustrated hardly becomes a problem. Therefore, the design of DAC23 or an output buffer 24 is very important, and it becomes a big technical problem how curtailment of a transistor count, reduction of the idle current of an output buffer, etc. are realized especially. Happiness, a-Si Since the output buffer 24 of the source driver 2 of LCD of a TFT method should just operate in an audio band, it is unnecessary. [of so highly

efficient a thing] Even if the so-called Rail-to-Rail output is possible and it does not adjust especially since the comparatively big dynamic range of drive supply voltage can be taken although a slew rate is not so high, what has few output deflection is used.

[0023] Next, the gate driver 3 shown in drawing 5 has the function which chooses the

5 line which charges a degree from two or more gate lines. All TFT5 connected to the line when voltage higher than a source electrode and a drain electrode was impressed to the gate line turns on, and if low voltage is impressed, TFT5 turns off. If it finishes choosing all lines within 1 perpendicular display period, the picture of one sheet will be completed. In addition, LCD of a STN method does not have the active element or
10 common electrode like a TFT method. One side of a liquid crystal cell is connected to a source line direct [another side] on a gate line.

[0024] Next, the cause and cure which affect the display grace of LCD are described.

[0025] Drawing 7 is drawing showing the capacity which floats around TFT. Here, 74 shows a gate line and the drain inter-electrode stray capacity CGD, and 75 shows a

15 source line and the drain inter-electrode stray capacity CSD, 71 shows TFT, and 72 shows a liquid crystal cell, and it shows [73 shows a common electrode and / 76 shows the next source line and drain inter-electrode stray capacity CSD', and] the inter-electrode stray capacity CSC with as common 77 as a source line.

[0026] In order to discharge gradually through insulation resistance, even if the charge

20 charged by the liquid crystal cell is the case where a static image is displayed even if, it needs to carry out the recharge of the liquid crystal cell for every 1 perpendicular period. As already explained, even if a liquid crystal cell is a capacitive load, there is no polarity in this capacitor, it just charges and it charges negative, the optical response is the same. If the liquid crystal cell is rather charged in the polarity same for a long time,
25 since display grace will deteriorate, it is not desirable. Although it will become black in LCD of a normally white if voltage is impressed to a liquid crystal cell, when it continues displaying a blackish picture on LCD of this method for a long time, a seizure

after-image may occur. This is for the ion contained in liquid crystal material at a minute amount to move to an electrode, and to worsen a response.

[0027] For this reason, the cure which reverses polarity which charges a liquid crystal cell for every 1 perpendicular period (henceforth "frame reversal") is taken. The

5 alternating voltage of the 30–35Hz square wave of a half with a perpendicular period of 60–70Hz will be impressed to each liquid crystal cell as a result of this frame reversal. However, adoption of frame reversal causes deterioration of the display grace of another kind for the side effect.

[0028] Now, suppose that black Isshiki was displayed all over LCD shown in drawing 5 .

10 Here, it is got blocked down to the upper shell of drawing, and they are the gate line G0, G1, G2, and G3. It shall scan in order. Source line S0 when considering the potential of the common electrode 7 shown in drawing 5 to be 0V Potential and the potential of the drain electrodes D00 and D30 are shown as a conventional example 1 of drawing 8 . In addition, this source driver 2 is not outputting the effective signal during the vertical
15 retrace line.

[0029] The charge charged by the liquid crystal cell 6 discharges on a source line gradually through Off resistance and the insulation resistance which is not illustrated of TFT5. There are more the amounts, as the big state of a source line and the drain inter-electrode potential difference continues for a long time. Moreover, a charge
20 escapes on a source line through stray capacity CSD, when the potential of a source line is reversed. Since the recharge of the liquid crystal cell D00 is immediately carried out after reversal of a source line (i.e., after a charge escapes), it cannot be influenced [the] easily. However, since it is left for a while by the liquid crystal cell D30 after a charge escapes, it tends to be influenced.

25 [0030] The amount in which a charge escapes from a drain electrode is not decided in time after the polarity of the output signal of the source driver 2 changes by field reversal until charge of a liquid crystal cell actually starts, and is not necessarily

decided by distance from the source driver 2 to a liquid crystal cell 5. here -- gate line G3 the liquid crystal cell 6 to drive -- G0 if a charge tends to escape and this charge escapes from the liquid crystal cell to drive -- pure black -- it cannot display -- ashes -- it becomes a sexy display For this reason, the phenomenon in which gray cuts the direction under a screen occurs in fact also with thinking that it displayed uniform black solid. This is called inclination of contrast.

[0031] What is necessary is just to reverse the polarity which charges a liquid crystal cell 6 for every 1 level period, in order to avoid the inclination of this contrast. then -- since the potential of a source line is frequently reversed -- the screen whole -- uniform -- ashes -- it becomes sexy The problem that gray cuts a little is solvable only by raising some amplitude of the output voltage of the source driver 2. Here, this is called line reversal. Usually, line reversal is used together with frame reversal. If this line reversal is adopted, since the charge and discharge of a source line and the common inter-electrode stray capacity CSC will be repeated for every 1 level period, the consumed electric current of a source driver increases. Moreover, it becomes easy to generate the display nonuniformity called a cross talk or shadowing.

[0032] Source line S0 when carrying out line reversal Potential and the potential of the drain electrodes D00 and D30 are shown in drawing 8 as a conventional example 2. In line reversal, since the average (dc component) of the voltage impressed to a source line between 1-fold direct periods is set to 0, the inclination of contrast is canceled. However, if it says only within 1 perpendicular period, it will become larger than the case where the p-p (Peak-to-Peak) value of voltage is the conventional example 1.

[0033] If a RF signal with a big amplitude is put on a source line, the potential of a drain electrode will be shaken through CSD and the applied voltage of the liquid crystal cell which should not be scanned will be disturbed. If line reversal is carried out, the alternating current signal of the period of the double precision of 1 level period will ride on a source line. If it is not a solid screen even when not carrying out line reversal,

although the alternating current signal of the same period will ride on a source line, since the amplitude of a signal is small, it is hard to become a problem. However, if the polarity of the output voltage of a source driver is reversed for every 1 level period, the alternating current signal of a big amplitude will ride on a source line.

5 [0034] The case where the picture to which a black square is inherent in [as shown in drawing 9 (a)] white solid one is now displayed on LCD shown in drawing 5 is considered. In this case, the signal which rode on the source line is slightly written also in the **** cell which the gate driver has not chosen through CSD. It is because a source line and drain inter-electrode have connected too hastily in alternating current.
10 for example, gate line G1 when it is chosen and the liquid crystal cell D12 is charged, it charges for a while also about D02, D22, and D32 -- having -- consequently, the upper and lower sides of a black square -- ashes -- it becomes sexy and is shown in drawing 9 (b) -- it becomes the display which dragged on like For this reason, if capacity of a liquid crystal cell is made sufficiently larger than stray capacity CSD, although the
15 above-mentioned problem will be solved, it is difficult to make a big capacity on a liquid crystal panel. Moreover, since the time which charge of a liquid crystal cell takes is proportional to the capacity, if charge of a liquid crystal cell becomes inadequate, display grace will deteriorate too.

[0035] In addition, although there is also the method of lowering On resistance of TFT
20 and shortening the charging time, if this technology is used, the cost rise of a gate driver and the fall of reliability will be caused. For this reason, it takes into consideration that stray capacity CSD' (6) exists between a drain electrode and the next source line as shown in drawing 7 , and is $CSD = CSD'$. A liquid crystal panel is designed and the technology of putting the alternating current signal of an opposite phase on an adjacent
25 source line, and driving LCD is known so that it may become.

[0036] Supposing it displays black solid on the whole screen now, the video signal of a polar difference will be put on the source line which adjoins each other at this time. An

absolute value becomes the same although, as for the potential of an adjoining source line, signs differ when setting potential of a common electrode to 0. Therefore, it is $CSD=CSD'$. If it becomes, change of the potential of a source line will be offset and influence will not appear in the potential of a drain electrode.

- 5 [0037] In addition, it calls it dot reversal to drive the source line which adjoins each other here by different polarity. The signal which has ridden on the source line has the effect of preventing affecting the potential of a common electrode through stray capacity CSC in this dot reversal. However, dot reversal cannot be used by LCD of the common reversal drive method described later.
- 10 [0038] Combined use of frame reversal, line reversal, and dot reversal charges each liquid crystal cell of $6 \times 4 = 24$ dot LCD shown in drawing 5 by polarity like drawing 10 . Although frame reversal is effective theoretically only when a still picture is displayed, the effect of a grade of having also received the late animation of movement can be expected, and, as for a problem, an image with many scene changes hardly happens,
- 15 either. However, an effect may be halved when what blinking is displayed.
- [0039] Although line reversal is effective when a solid screen is displayed, it can expect a certain amount of effect also to a picture with many dc components. Actually, since many dc components are usually contained in the video signal, the probability that line reversal will demonstrate the effect is high. To **, ashes, and a black solid screen,
- 20 although it is effective, on red, green, blue, cyanogen, a Magenta, and a yellow solid screen, as for dot reversal, an effect falls a little.
- [0040] Since a color LCD has the method in use which charges simultaneously three liquid crystal cells colored red, green, and blue with three source lines, whole surface red 1 color specification is never solid for a source driver also on a solid screen at
- 25 appearance. In addition, dot reversal will become very effective if it is the screen with much solid one of white or black like drawing 9 (a). It is the checkered picture which line reversal and dot reversal make the weakest as shown in drawing 11 , and this picture

has the highest frequency component.

[0041] Here, although it does not become a problem at all since such [as a matter of fact] a picture cannot be sent by the electric wave of analog TV broadcast in using for the monitors of liquid crystal TV, it becomes a big problem in using it as a monitor of
5 OA (Office Automation) terminal. In OA equipment, dithering may express halftone and the effect of line reversal or dot reversal decreases sharply according to conditions. Degradation of remarkable display grace may actually be caused on the end screen of Windows 95.

10 [0042] There is technology called FRC (Frame Rate Control) which is made to blink a picture element at high speed, and displays halftone as a thing similar to dithering. If this is used, the effect of frame reversal will fall. As the cure, the method which reverses polarity for every 2 perpendicular periods can be considered. Here, the drive method which reverses polarity for two or more perpendicular periods of every is included in frame reversal, and is considered.

15 [0043] In recent years, the numerical aperture of a liquid crystal panel is gathered and there is movement which makes the brightness of LCD high. For this reason, a drain electrode becomes large and the distance between a source line and a drain electrode is short every year. CSD increases in inverse proportion to it, and it is impossible to disregard the influence which it has on display grace. Moreover, the need of LCD is
20 shifted to a product more high definition at high resolution. In order to raise the horizontal resolution of LCD, it is necessary to increase the total of the output terminal of a source driver. It is not connected with degradation of display grace although mounting of IC and the high-speed transmission of a video signal become a technical technical problem at this time.

25 [0044] On the other hand, in order to raise vertical resolution, while increasing the total of the output terminal of a gate driver, you have to shorten a level period. In addition to the technical problem described now, at this time, shortening of the charging time

becomes a big problem.

[0045] Furthermore, since the part and the signal with high frequency with which the level period became short ride on a source line, the problem about CSD becomes larger.

Only the signal which rode on the source line does not become a problem. The

5 alternating current signal which rode on the gate line also affects the potential of a drain electrode through CGD.

[0046] Now, when the potential of a gate line is $-10V$, TFT Off(s), and when it is $20V$, it

shall On. If the potential of a gate line is raised from $10V$ to $20V$, since CGD exists, the potential of a drain electrode will also go up. However, since charge of the drain

10 electrode by the source driver will start once TFT On(s), this does not become a problem. on the contrary, the potential of a gate line — $20V$ to $10V$ — if it lowers to $10V$, the potential of a drain electrode will also fall Since TFT Off(s) immediately after it, the potential of a drain electrode remains falling at this time. That is, a gate line will suck out of a source line the charge supplied to the drain electrode with much trouble.

15 [0047] However, the cure to the influence of CGD is comparatively easy. The signal which rides on a gate line to changing with the image which the signal which rides on a source line displays is because it understands completely in the stage of a design. And that the alternating current signal is flowing is one are scanning among 480 gate lines now, if it is VGA. For this reason, it is avoidable only by foreseeing the influence of CGD
20 and rectifying the output voltage of a source driver beforehand.

[0048] Thus, the work as a switching element of TFT becomes bad to a RF signal for the stray capacity CGD74 shown in drawing 7 , or CSD75. In addition, since the stray capacity between a gate line and a source line etc. does not affect the potential of a drain electrode, it is omitted in this drawing.

25 [0049] Next, a common reversal drive is explained.

[0050] Drawing 12 is drawing showing an example of the relation of the applied voltage of a liquid crystal cell, and the brightness of a picture element. Here, although the actual

property changed somewhat according to the kind of liquid crystal material, when 1V were impressed, it became white, when 5V were impressed, it should become black, and the optical property shall be saturated with the field not more than more than 0V1V, and the field beyond 5V. In addition, when negative voltage is impressed to a liquid
5 crystal cell, the property as the time of a sign impressing reverse voltage that an absolute value is the same and it is the same is shown.

[0051] It seems to be able to drive LCD, if it glances and a source driver can output the voltage not more than more than 1V5V, when it has a property as a liquid crystal cell shows in this drawing. However, since the voltage of positive/negative amphipathy must
10 be outputted in order to carry out a inversion drive, the dynamic range not more than more than -5V5V is needed in fact. And now, if it becomes impossible to manufacture a source driver in the process of 5V standard pressure-proofing and the process of 10V pressure-proofing is used, increase of the chip size of a source driver will be caused and it will lead to a cost rise. Then, the so-called common reversal drive which shakes
15 the potential of a common electrode may be used.

[0052] Drawing 13 is drawing showing the horizontal synchronizing signal when adopting line reversal and a common reversal drive, the potential of a common electrode, the potential of a black video signal, and the potential of a white video signal. In a common reversal drive, a square wave as shown in this drawing is inputted into a common
20 electrode. Here, since the potential of a common electrode is shaken with the amplitude of 3V for every 1 level period, the period of a square wave is the double precision of 1 level period, and a peak-to-peak value is 6V. Although the source driver has only the dynamic range which is 4V at this time, the voltage of **5V is impressed to the liquid crystal cell.

[0053] The manufacturing cost of a source driver can be pressed down in a common reversal drive. Moreover, since the output buffer of a source driver can be driven with 4V power supply, power consumption is also pressed down. On the other hand, the

circuit which supplies a square wave is needed for a common electrode. Moreover, dot reversal becomes impossible when a common reversal drive is adopted. However, it is possible if it is frame reversal and line reversal.

[0054] On the other hand, direct current voltage is impressed to a common electrode, and the method using the source driver obediently manufactured in the process of 10V pressure-proofing is made to call it a common direct-current drive here. For example, what is necessary is to consider potential of a common electrode as 5V regularly, and just to supply the voltage of 0–4V from a source driver, when charging a liquid crystal cell at straight polarity and charging the voltage of 6–10V at negative polarity. The potential of the common electrode in the common direct-current drive at this time, the potential of a black video signal, and the potential of a white video signal are shown in the same drawing 13 .

[0055] For an energize reason, in a common direct-current drive, dot reversal is usually performed in the feature. At this time, the signal of straight polarity and the signal of negative polarity are simultaneously outputted from the output buffer from which the same source driver IC differs. Since the signal with which polarity differs is outputted simultaneously, DAC in the source driver of a common direct-current drive becomes the scale of the double precision of that of a common reversal drive, and the chip size of IC becomes large. The number of the reference voltages for gamma compensation supplied to DAC also increases to double precision, the number of the terminals between IC and a printed circuit board increases, and mounting becomes difficult. Moreover, since the output buffer of a source driver is driven with 10V power supply, the power consumed with a buffer also increases more than double precision. The numerousness of power consumption becomes a big problem especially for the monitor use of the pocket device of a battery drive.

[0056] The common reversal drive is suitable for LCD with few problems of a cross talk with comparatively low resolution, and difficult LCD (the object for palm top PC, for

projectors, etc.) of mounting with a fine dot pitch. A common direct-current drive is large-sized, and suitable for LCD (for desktop PC etc.) which does not have the need for a battery drive at high resolution. Now at the object for note PC, a common reversal drive and common direct-current drive both also lacks in a conclusive factor by merits and demerits. Since line reversal dot reversal has the element which causes the increase in power consumption, which is advantageous does not generally have *****.

[0057] Next, the liquid crystal display concerning this invention is explained concretely.

[0058] Drawing 1 is drawing showing the composition of the source driver which the liquid crystal display concerning this invention uses. In addition, the same sign is

attached about the part corresponding to each composition section of drawing 6 . As shown in this drawing, this source driver 11 consists of the serial-parallel converter 21, FF22 and DAC23, and an output buffer 24, drives the output buffer 24 which outputs the signal of straight polarity with power supplies VAH and VAL, and is driving the output buffer 24 which outputs the signal of negative polarity with power supplies VBH

and VBL. Each drive supply voltage of an output buffer 24 can be changed synchronizing with the vertical synchronizing signal and/or horizontal synchronizing signal which were inputted. Moreover, the active element which consists of amorphous silicon TFT can be prepared between each picture element and source lines which were formed using liquid crystal material. In addition, it of 6-10V, and negative polarity is set to 0-4V for the dynamic range of the signal of 5V and straight polarity, and suppose that an output buffer is the potential of a common electrode a Rail-to-Rail article.

[0059] What is necessary is just to supply the voltage of VAH=10V, VAL=6V, VBH=4V, and VBL=0V in the conventional source driver shown in drawing 6 , in order to drive the source driver 10 shown in drawing 1 , although the supply voltage of 10V (and 0V) was supplied to all output buffers. Thus, since the potential difference of the power supply which drives an output buffer 24 can be made smaller than the conventional thing by using the source driver 11 shown in drawing 1 , the power consumed vainly can be

reduced. Moreover, the circuits newly added between a serial-parallel converter and a liquid crystal cell are two power supply lines of an output buffer, and since change of driver voltage can be prepared between the source of a video signal, and a serial-parallel converter, it is producible at realistic cost.

5 [0060] Next, a control circuit, a power circuit, etc. for performing line reversal and field reversal using the source driver 11 shown in drawing 1 are explained. Drawing 2 is drawing showing the whole liquid crystal display composition which has the source driver 11 shown in drawing 1. As shown in this drawing, this liquid crystal display consists of the liquid crystal panel 10 which has TFT5, a liquid crystal cell 6, and the
10 common electrode 7, the source driver 11, a gate driver 12, a control circuit 13, a power circuit 14, and a selection circuitry 15. Here, the output voltage of a power circuit 14 is $V1H=10V$, $V1L=6V$, $V2H=4V$, $V2L=0V$, and $VCOM=5V$. It carries out.

[0061] If the selection signal shown in drawing 4 (a) is supplied to a selection circuitry 15 at this time, dot reversal and field reversal can be used together. If similarly the
15 selection signal shown in this drawing (b) is supplied, dot reversal, line reversal, and field reversal can be used together.

[0062] Drawing 3 is drawing showing the composition of the liquid crystal display which simplified the power circuit 14 shown in drawing 2. Here, output voltage of a power circuit 14 is set to $V1H=10V$, $V2L=0V$, and $VCOM=5V$. In fact, since it is not necessary
20 to prepare the power supply of 0V, they are a parenchyma top, and $V1H$ and $VCOM$. It will drive with two power supplies.

[0063] Although the potential difference of the drive power supply of an output buffer becomes larger than what is shown in drawing 2, the liquid crystal display shown in this drawing can improve the part mark and cost of a power circuit 14, and can raise
25 reliability.

[0064] Moreover, if the change circuit of a power supply is established in the interior of source driver IC, the analog circuit of the exterior of a driver will become only a power

supply and a source of reference voltage. If a circuit becomes easy, the risk accompanying the ASIC(Application Specified Integrated Circuit)-izing will also decrease sharply. If an analog circuit is made to one ASIC, the further thin shape lightweight-ization of LCD is realizable. Then, it becomes the monitor which fitted the cellular phone more.

[0065] In addition, you may use an adjustable voltage source instead of the power circuit 14 shown in drawing 2 or drawing 3 , and a selection circuitry 15. Under the present circumstances, it is efficient and the DC to DC converter which outputs adjustable voltage can be used. Moreover, it is not limited how whether a power circuit

14 is used as a DC to DC converter, it is made a charge pump, or it is made other methods realize a selection circuitry 15 by not being limited especially. Even if display has the power circuit 14, the selection circuitry 15, and the control circuit in the interior, and the source of a video signal has, they are not cared about. Moreover, even if one IC is accumulated, and the power circuit 14, the selection circuitry 15, the control circuit, and the driver are divided into two or more ICs, they are not cared about.

Furthermore, even if these are stored in one package, it does not matter even if divided into two or more packages.

[0066] this invention is easily applicable to a normally black LCD also at LCD of resolution other than VGA at Monochrome LCD. Moreover, the active element constituted on the liquid crystal panel may not necessarily be TFT, and does not need to have the active element itself. Furthermore, it is especially limited also neither about the property of liquid crystal material, nor the output voltage of a drive power supply.

[0067]

[Effect of the Invention] As explained to the detail above, since this invention was constituted so that the 1st output buffer which outputs the signal of the straight polarity of a source driver, and the 2nd output buffer which outputs the signal of negative polarity might be driven on different voltage, the effect taken below is

acquired.

1) The potential difference of a drive power supply can be lowered and the power consumed by the output buffer of a source driver can be reduced.

2) A margin arises in the proof-pressure design of an output buffer.

5 3) The life of the battery of a pocket device can be developed.

Moreover, in this invention, level and since drive supply voltage is changed synchronizing with/or a vertical synchronizing signal, line reversal and/, or field reversal is realizable.

10

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

15 [Drawing 1] It is drawing showing the composition of the source driver concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the whole liquid crystal display composition which has the source driver shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing showing the composition of the liquid crystal display which simplified the power circuit shown in drawing 2 .

20 [Drawing 4] It is drawing showing an example of the selection signal supplied to the selection circuitry shown in drawing 2 .

[Drawing 5] It is drawing showing the structure of LCD of the TFT method of 6 figure x4 line.

25 [Drawing 6] It is the block diagram showing the composition of a source driver shown in drawing 5 .

[Drawing 7] It is drawing showing the capacity which floats around TFT.

[Drawing 8] It is drawing showing the potential of the source line when considering the

potential of the common electrode shown in drawing 5 to be 0V, the potential of a drain electrode, etc.

[Drawing 9] It is drawing showing an example of the picture displayed on LCD shown in drawing 5 .

- 5 [Drawing 10] When frame reversal, line reversal, and dot reversal are used together, it is drawing showing the polarity charged by each liquid crystal cell of LCD shown in drawing 5 .

[Drawing 11] It is drawing showing an example (checker) of the picture displayed on LCD shown in drawing 5 .

- 10 [Drawing 12] It is drawing showing an example of the relation of the applied voltage of a liquid crystal cell, and the brightness of a picture element.

[Drawing 13] It is drawing showing the horizontal synchronizing signal when adopting line reversal and a common reversal drive, the potential of a common electrode, the potential of a black video signal, and the potential of a white video signal.

- 15 [Description of Notations]

1 -- Liquid crystal panel

2 -- Source driver

3 -- Gate driver

4 -- A control circuit and power circuit

- 20 5 -- TFT

6 -- Liquid crystal cell

7 -- Common electrode

10 -- Liquid crystal panel

11 -- Source driver

- 25 12 -- Gate driver

13 -- Control circuit

14 -- Power circuit

- 15 -- Selection circuitry
- 21 -- Serial-parallel converter
- 22 -- FF (a latch or flip-flop)
- 23 -- DAC (digital to analog converter)
- 5 24 -- Output buffer

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 6 1 2 3 7

(43)公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 6 月 1 8 日

(51)Int.Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G09G 3/36			G09G 3/36	
G02F 1/133	550		G02F 1/133	550
H04N 5/66	102		H04N 5/66	102 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 1 0 頁)

(21)出願番号 特願平 9 - 3 2 5 5 9 8

(22)出願日 平成 9 年 (1 9 9 7) 1 1 月 2 7 日

(71)出願人 0 0 0 0 0 5 0 4 9

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

(72)発明者 瀬尾 光雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

シャープ株式会社内

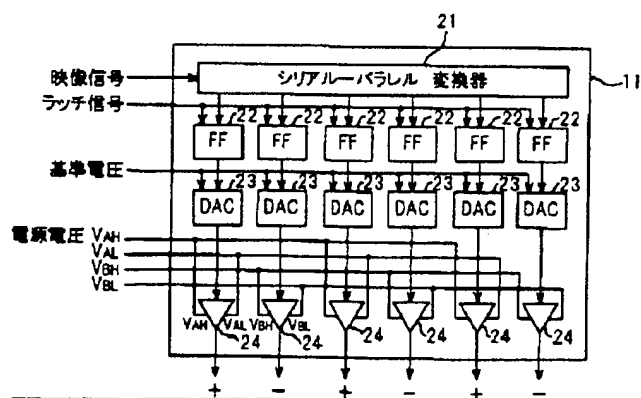
(74)代理人 弁理士 藤本 博光

(54)【発明の名称】液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 絵素を線順次走査するドットマトリクス表示装置において、絵素に正極性の映像信号と負極性の映像信号を同時に出力する能力を有するソースドライバの消費電力を削減すること。

【解決手段】 正極性の信号を出力する出力バッファ 2 4 を電源電圧 V_{AH}及び V_{AL}で駆動し、負極性の信号を出力する出力バッファ 2 4 を上記電源電圧と異なる電源電圧 V_{BH}及び V_{BL}で駆動して、出力バッファ 2 4 で消費される電力を削減し、また、垂直同期信号及び／又は水平同期信号に同期して電源電圧を切り替えることで、1 フレーム毎のあるいは 1 ライン毎の極性反転に対応する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ソースライン及びゲートラインという 2 種類のバスラインの各交点に絵素をマトリクス状に配置し、同一のゲートラインに接続した複数の絵素を、絵素と同数のソースラインに乗った信号電圧によって一斉に更新し、極性の異なる信号を同時に出力するソースドライバによって前記信号電圧を供給する液晶表示装置において、

前記ソースドライバの正極性の信号を出力する第 1 の出力バッファと、負極性の信号を出力する第 2 の出力バッファとを異なる電圧で駆動することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記第 1 の出力バッファ及び第 2 の出力バッファの駆動電源電圧を、入力された垂直同期信号及び／又は水平同期信号と同期して変更する変更手段を具備することと特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 各絵素と前記ソースラインとの間に能動素子を設けたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記能動素子は、非晶質のシリコン薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記絵素は、液晶材料を用いて作られていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マトリクス状に配置された容量性負荷の絵素を持ち、線順次走査を行う液晶表示装置、例えば、a-Si TFT AMLCD (Amorphous Silicon Thin Film Transistor Active Matrix Liquid Crystal Display) の駆動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ノート型パソコン (Personal Computer) や携帯型情報端末では、1 回のバッテリーの充電で駆動できる時間を伸ばすために、その消費電力を削減することが要求されている。このため、特開平 7-219484 号公報には、正のデータ電圧を出力するデータドライバと負のデータ電圧を出力するデータドライバを交互に用いて表示パネルの液晶を駆動するよう構成し、これにより電力消費が大きい高耐圧データドライバを不要ならしめて消費電力を低減する液晶表示装置が開示されている。具体的には、この従来技術では、コモン直流、駆動のソースドライバ 1 個をコモン反転駆動のソースドライバを 2 個で置き換えることとしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この従来技術を用いると、ソースドライバの数が増えるために実装が困難となり、また信頼性が低下し、さらにコストの上昇を招くという大きな問題がある。すなわち、現

在、ソースドライバは、LCD の駆動回路の中で最も高価な部材であり、また 2 個のコモン反転駆動のソースドライバの出力のうち、どちらか一方を選択する選択回路が必要になる。ここで、映像信号入力端子とシリアル-パラレル変換器の間に、数ゲート程度の冗長があっても問題にならないが、シリアル-パラレル変換器と液晶セルの間の冗長は、即コストアップにつながる。このため、低消費電力のコモン直流駆動のソースドライバを有する表示装置をいかに経済的に実現するかが極めて重要な課題となっている。

【0004】 そこで、本発明では、上記課題を解決して、低消費電力のコモン直流駆動のソースドライバを有する経済的な液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、第 1 の発明は、ソースライン及びゲートラインという 2 種類のバスラインの各交点に絵素をマトリクス状に配置し、同一のゲートラインに接続した複数の絵素を、絵素と同数のソースラインに乗った信号電圧によって一斉に更新し、極性の異なる信号を同時に出力するソースドライバによって前記信号電圧を供給する液晶表示装置において、前記ソースドライバの正極性の信号を出力する第 1 の出力バッファと、負極性の信号を出力する第 2 の出力バッファとを異なる電圧で駆動することを特徴とする。

【0006】 また、第 2 の発明は、前記第 1 の出力バッファ及び第 2 の出力バッファの駆動電源電圧を、入力された垂直同期信号及び／又は水平同期信号と同期して変更する変更手段を具備することと特徴とする。

【0007】 また、第 3 の発明は、各絵素と前記ソースラインとの間に能動素子を設けたことを特徴とする。

【0008】 また、第 4 の発明は、前記能動素子は、非晶質のシリコン薄膜トランジスタであることを特徴とする。

【0009】 また、第 5 の発明は、前記絵素は、液晶材料を用いて作られていることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、本実施の形態では、液晶表示装置の基本概念を明らかにした後、該基本概念に基づいて本発明を説明する。

【0011】 まず最初に、液晶表示装置の基本概念について説明する。現在、ノート PC (Personal Computer) や携帯型 TV のモニタには、薄型軽量で低消費電力の液晶表示装置 LCD (Liquid Crystal Display) が採用されることが多い。この LCD には、TFT (Thin Film Transistor) 方式や STN (Super Twisted Nematic) 方式などがあり、かかる 2 つの方式が現在駆使されている LCD の主流である。ここで、この TFT 方式

は、STN方式に比べて製造コストが高くなるが、コントラストが高く、表示ムラが少なく、多階調表示に有利であり、応答速度が速いという特徴がある。

【0012】まず、上記LCDの構造について駆動回路を中心に説明する。LCDは、複数の液晶セルから構成され、例えばVGA (Video Graphic Array) のカラーLCDは、約90万個の液晶セルを有している。具体的には、カラーフィルタで赤、緑、青の3原色に着色された3つの液晶セルが1つの絵素を構成し、その液晶セルが横640桁×縦480行のマトリクス状に配置されている。このため、液晶セルの総数は、 $640 \times \text{RGB} \times 480 = 921600$ 個となり、この液晶セルの集合によって1つの画像が表示される。

【0013】図5は、6桁×4行のTFT方式のLCDの構造を示す図である。同図に示すように、このTFT方式のLCDは、液晶パネル1、ソースドライバ2、ゲートドライバ3、制御回路及び電源回路4、TFT5、液晶セル6及びコモン電極7からなる。なお、このソースドライバ2は、データドライバ、カラムドライバ、Xドライバ又は列電極駆動回路とも呼ばれ、ゲートドライバ3は、スキンドライバ、ロウドライバ、Yドライバ又は行電極駆動回路とも呼ばれる。

【0014】液晶パネル1には、1枚のガラス基板上に液晶セル6がマトリクス上に形成されている。LCDの駆動回路から見ると、各液晶セル6は、容量性負荷と考えることができ、その容量に印加された電圧に応じて、光学的な性質を変える。例えば、ノーマリホワイト方式のLCDでは、液晶セルは、その容量を充電すると黒くなり、放電すると白くなる。

【0015】TFT5のソース電極は、ソースバスラインを介してソースドライバ2の出力端子に接続され、ゲート電極は、ゲートバスラインを介してゲートドライバ3の出力端子に接続され、ドレイン電極は、液晶セル6に接続されている。液晶セル6のドレイン電極と反対側の端子は、コモン電極7に接続されている。すべての液晶セル6のコモン電極は、互いに短絡していて、常に等しい電位に保たれているため、各液晶セル6に印加されている電圧は、TFT5のドレイン電極の電位で決まる。

【0016】ソースドライバ2は、TFT5を介して液晶セルを放電させるための電圧を出力する駆動回路であり、ゲートドライバ3は、TFT5のスイッチングを制御する電圧を出力する駆動回路である。また、制御回路及び電源回路4は、この2種類のドライバにタイミング信号と駆動電源電圧などを供給するものである。TFT5は、一種のスイッチング素子であり、その動作は、n-FET (Field Effect Transistor) に似ている。現在、大型LCDには、専らa-Si (Amorphous Silicon) TFTが使われている。ただし、a-Si TFTは、On抵抗が数MΩ程度と非常に高く、性能的にn

-FETに遠く及ばない。

【0017】ソースドライバ2の出力端子と液晶セル6の間にTFT5が介在し、TFT5のOn抵抗と液晶セル6の容量が、RC時定数を持っている。液晶セル6の容量は数pF程度なので、1個の液晶セルを充電するには、数十μsec程度の時間を要する。このため、a-Si TFT方式のLCDでは、1水平表示期間内に、横1行 (時には複数行) の液晶セルを同時に充電することによって、充電時間を確保している。

【0018】CRT (Cathode Ray Tube) やpoly-Si TFT方式のLCDでは、映像信号は、1ドットずつリフレッシュされるのに対して、a-Si TFT方式のLCDでは、1ライン分の映像信号が一斉にリフレッシュされる。前者を点順次走査、後者を線順次走査と言う。

【0019】VGAのLCDでは、横1行、 $640 \times \text{RGB} = 1920$ 個の液晶セルが同時に充電されるが、1920個の出力端子を備えたICの製造や実装は非現実的である。このため、現在では、1台のLCDに出力端子の少ないソースドライバのICを複数個実装することで、これを実現している。それでも、ソースドライバは、LCDの駆動回路に使われる部材の中で、最も高価なものである。そしてまた、表示品位に最も影響を与える部材でもある。

【0020】図6は、図5に示すソースドライバ2の構成を示すブロック図である。ここでは、ソースドライバ2に映像信号がデジタルで入力されるものとする。同図に示すように、ソースドライバは、シリアル-パラレル変換器又はシフトレジスタ21と、ラッチ又はフリップフロップ (以下「FF」と言う。) 22と、デジタル-アナログ変換器 (以下「DAC」と言う。) 23と、出力バッファ又はオペアンプ24とからなる。ここでは、ソースドライバICの入力端子のピン数を減らすため、映像信号をシリアルに入力し、これをシリアル-パラレル変換してラッチした後、DAC23からアナログ信号を出力する。

【0021】液晶セルの充電時間を短縮するため、DAC23と出力端子との間に出力バッファ24を設け、インピーダンス変換をすることが多い。シリアル-パラレル変換器21には、映像信号を供給し、FF22にはタイミング信号を供給し、DAC23にはいわゆるγ補正用の基準電圧を供給し、出力バッファ24には、その駆動電源電圧+V及び-Vを供給する必要がある。なお、デジタルラッチの代わりに、アナログのサンプル&ホールド素子が採用されることもあるが、この場合には、上記DAC23は不要となる。ただし、このアナログ素子を使うと、高速動作と高精度と低コストを両立させることが困難になる。VGAの場合、LCD1台につき1920個の出力バッファが必要となるため、DACや出力バッファの設計にトランジスタ1個の無駄があると、

LCD 全体では 1920 個もの無駄につながる。

【0022】一方、図示しない LCD の映像信号入力端子とシリアル-パラレル変換器 21 との間に、数ゲート程度の無駄や冗長があったとしても、それに起因するコストや消費電力のアップは、ほとんど問題にならない。したがって、DAC23 や出力バッファ 24 の設計が、非常に重要であり、特に、トランジスタ数の削減や出力バッファのアイドル電流の低減などをいかに実現するかが大きな課題となる。幸い、a-Si TFT 方式の LCD のソースドライバ 2 の出力バッファ 24 は、オーディオ帯域で動作すればよいので、それほど高性能なものはいらない。スルーレートはそれほど高くないけれども、駆動電源電圧の割に大きなダイナミックレンジがとれるため、いわゆる Rail-to-Rail 出力が可能で、特に調整しなくても出力偏差の少ないものが使われる。

【0023】次に、図 5 に示すゲートドライバ 3 は、複数のゲートラインの中から、次に充電する行を選択する機能を有している。ゲートラインにソース電極やドレイン電極より高い電圧を印加すると、その行に接続された全ての TFT5 がオンし、低い電圧を印加すると TFT5 はオフする。1 垂直表示期間内に、全ての行を選択し終わると、1 枚の画像が完成する。なお、STN 方式の LCD は、TFT 方式のような能動素子やコモン電極を持っていない。液晶セルの一方がソースラインに、他方がゲートラインにダイレクトに接続される。

【0024】次に、LCD の表示品位に影響を及ぼす原因と対策について述べる。

【0025】図 7 は、TFT 周辺に浮遊する容量を示す図である。ここで、71 は TFT を示し、72 は液晶セルを示し、73 はコモン電極を示し、74 はゲートライン及びドレイン電極間の浮遊容量 C_{GD} を示し、75 はソースライン及びドレイン電極間の浮遊容量 C_{SD} を示し、76 は隣のソースラインとドレイン電極間の浮遊容量 $C_{SD'}$ を示し、77 はソースラインとコモン電極間の浮遊容量 C_{SC} を示している。

【0026】液晶セルに充電された電荷は、絶縁抵抗を介して徐々に放電するため、たとえ静止画像を表示する場合であっても、1 垂直周期毎に液晶セルを再充電する必要がある。すでに説明したように、液晶セルは容量性負荷であり、このキャパシタには極性がなく、正に充電しても負に充電しても、その光学的な応答は同じである。むしろ、液晶セルが長時間同じ極性に帯電していると、表示品位が劣化するので好ましくない。ノーマリホワイトの LCD では、液晶セルに電圧を印加すると黒くなるが、この方式の LCD に黒っぽい画像を長時間表示し続けると、焼き付き残像が発生することがある。これは、液晶材料に微量に含まれるイオンが電極に移動して、応答を悪くするためである。

【0027】このため、1 垂直周期毎に液晶セルを充電する極性を反転（以下「フレーム反転」と言う。）する

対策が講じられる。かかるフレーム反転の結果、各液晶セルには、垂直周期 60 ~ 70 Hz の半分の 30 ~ 35 Hz の矩形波の交流電圧が印加されることになる。ところが、フレーム反転を採用すると、その副作用のために、別の種類の表示品位の低下を招く。

【0028】いま、図 5 に示す LCD 全面に、黒一色を表示したとする。ここでは、図の上から下へ、つまり、ゲートライン G_0 、 G_1 、 G_2 、 G_3 の順に走査するものとする。図 5 に示すコモン電極 7 の電位を 0 V と考えたときのソースライン S_0 の電位と、ドレイン電極 D_{00} 及び D_{30} の電位とを図 8 の従来例 1 として示している。なお、このソースドライバ 2 は、垂直帰線期間中は有効な信号を出力していない。

【0029】液晶セル 6 に充電された電荷は、TFT 5 の Off 抵抗や図示しない絶縁抵抗を介して徐々にソースラインに放電する。その量は、ソースラインとドレイン電極間の電位差の大きな状態が長時間続けば続くほど多い。また、電荷は、ソースラインの電位が反転するとき、浮遊容量 C_{SD} を介してソースラインに逃げる。液晶セル D_{00} は、ソースラインの反転後、即ち電荷が逃げた後、直ちに再充電されるため、その影響を受けにくい。しかし、液晶セル D_{30} は、電荷が逃げた後、しばらく放置されるため、影響を受けやすい。

【0030】ドレイン電極から電荷が逃げる量は、フィールド反転によってソースドライバ 2 の出力信号の極性が変わってから、液晶セルの充電が実際に始まるまでの時間で決まり、ソースドライバ 2 から液晶セル 5 までの距離で決まるわけではない。ここでは、ゲートライン G_3 の駆動する液晶セル 6 は、 G_0 の駆動する液晶セルよりも電荷が逃げやすく、かかる電荷が逃げると、純粋な黒を表示することができず、灰色っぽい表示になる。このため、均一な黒ベタを表示したつもりでも、実際には、画面の下の方ほど灰色がかかるという現象が発生する。これをコントラストの傾斜と呼ぶ。

【0031】このコントラストの傾斜を回避するには、1 水平周期毎に、液晶セル 6 を充電する極性を反転させてやればよい。そうすれば、ソースラインの電位が頻繁に反転するので、画面全体が均一に灰色っぽくなる。少々灰色がかかるという問題は、ソースドライバ 2 の出力電圧の振幅を少し上げるだけで解消できる。ここでは、これをライン反転と呼ぶ。通常、ライン反転は、フレーム反転と併用される。このライン反転を採用すると、1 水平周期毎にソースラインとコモン電極間の浮遊容量 C_{SC} の充放電が繰り返されるため、ソースドライバの消費電流が増える。また、クロストークまたはシャドーイングと呼ばれる表示ムラが発生しやすくなる。

【0032】ライン反転をしたときの、ソースライン S_0 の電位と、ドレイン電極 D_{00} および D_{30} の電位とを、図 8 に従来例 2 として示している。ライン反転では、1 垂直周期の間にソースラインに印加される電圧の平均値

(直流成分)が0になるので、コントラストの傾斜は解消される。しかし、1垂直周期に限って言えば、電圧のp-p (Peak-to-Peak) 値が従来例1の場合よりも大きくなる。

【0033】振幅の大きな高周波信号をソースラインに乗せると、CSDを介してドレイン電極の電位が振られ、走査していないはずの液晶セルの印加電圧が乱される。ライン反転をすると、1水平周期の2倍の周期の交流信号がソースラインに乗る。ライン反転をしない場合でも、ベタ画面でなければ、同じ周期の交流信号がソースラインに乗るが、信号の振幅が小さいので問題にならない。しかし、1水平周期毎にソースドライバの出力電圧の極性を反転させると、大きな振幅の交流信号がソースラインに乗ってしまう。

【0034】いま、図5に示すLCDに、図9(a)に示すような白ベタの中に黒い四角形が内在する画像を表示する場合を考える。この場合に、ソースラインに乗った信号は、ゲートドライバが選択していない液晶セルへも、わずかながらCSDを介して書き込まれる。ソースラインとドレイン電極間が交流的に短絡しているからである。例えば、ゲートラインG1が選択され、液晶セルD12を充電しているときには、D02、D22及びD32についても少し充電され、その結果、黒い四角形の上下が灰色っぽくなり、図9(b)に示すように尾を引いたような表示になる。このため、液晶セルの容量を浮遊容量CSDより十分大きくすれば、上記問題は解消するが、液晶パネル上に大きな容量を作るのは困難である。また、液晶セルの充電に要する時間は、その容量に比例するため、液晶セルの充電が不十分になると、やはり表示品位が劣化する。

【0035】なお、TFTのOn抵抗を下げた充電時間を短縮する方法もあるが、かかる技術を用いると、ゲートドライバのコストアップや信頼性の低下を招く。このため、図7に示すように、ドレイン電極と隣のソースラインの間には、浮遊容量CSD' (6)が存在することを考慮して、 $CSD = CSD'$ となるように液晶パネルを設計し、隣り合うソースラインに逆位相の交流信号を乗せてLCDを駆動する技術が知られている。

【0036】今、画面全体に黒ベタを表示したとすると、このとき隣り合うソースラインに、極性逆の映像信号を乗せる。コモン電極の電位を0とすると、隣接するソースラインの電位は、符号が異なるけれども、絶対値は同じになる。よって、もし $CSD = CSD'$ ならば、ソースラインの電位の変動が相殺され、ドレイン電極の電位に影響が現れない。

【0037】なお、ここでは隣り合うソースラインを異なる極性で駆動することをドット反転と呼ぶ。このドット反転には、ソースラインに乗っている信号が、浮遊容量CSCを介してコモン電極の電位に影響を及ぼすのを防止する効果もある。ただし、ドット反転は、後で述べる

コモン反転駆動方式のLCDでは、使うことができない。

【0038】フレーム反転とライン反転とドット反転を併用すると、図5に示す $6 \times 4 = 24$ ドットのLCDの各液晶セルは、図10のような極性で充電される。フレーム反転は、原理的には、静止画を表示した場合にのみ有効であるが、動きの遅い動画に対してもある程度の効果が期待でき、またシーンチェンジの多い映像でも、ほとんど問題は起こらない。ただし、点滅するものを表示すると、効果が半減することがある。

【0039】ライン反転は、ベタ画面を表示した場合に有効であるが、直流成分の多い画像に対しても、ある程度の効果が期待できる。実際、映像信号には、通常直流成分が多く含まれているため、ライン反転がその効果を発揮する確率が高い。ドット反転は、白、灰、黒のベタ画面に対して有効であるが、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄色のベタ画面では、やや効果が落ちる。

【0040】カラーLCDは、赤、緑、青に着色された3つの液晶セルを、3本のソースラインで同時に充電する方式が主流であるため、例えば、全面赤一色の表示は、見た目にはベタ画面でも、ソースドライバにとっては、決してベタではない。なお、図9(a)のように白や黒のベタの多い画面なら、ドット反転は、非常に有効なものとなる。ライン反転やドット反転が最も苦手に行っているのは、図11に示すような市松模様の画像であり、かかる画像は、最も高い周波数成分を持っている。

【0041】ここで、液晶TVのモニタ用に使う場合には、アナログTV放送の電波では、事実上このような画像を送れないため、全く問題にならないが、OA (Office Automation) 端末のモニタとして使用する場合に、大きな問題となる。OA機器では、中間調をディザリングによって表現することがあり、条件次第では、ライン反転やドット反転の効果が激減する。実際、ウインドウズ95の終了画面で、著しい表示品位の劣化を招くことがある。

【0042】ディザリングに似たものとして、絵素を高速に点滅させて中間調を表示するFRC (Frame Rate Control) と呼ばれる技術がある。これを用いると、フレーム反転の効果が落ちる。その対策として、2垂直周期毎に極性を反転する方式が考えられる。ここでは、複数の垂直周期毎に極性を反転する駆動方式をフレーム反転に含めて考える。

【0043】近年、液晶パネルの開口率を上げて、LCDの輝度を高くする動きがある。このため、ドレイン電極が大きくなり、ソースラインとドレイン電極の間の距離が年々短くなっている。それに反比例してCSDが増加し、表示品位に与える影響が無視できなくなっている。また、LCDの需要は、より高解像度で高精細の製品にシフトしてきている。LCDの水平方向の解像度を上げるには、ソースドライバの出力端子の総数を増やす必要

がある。このとき、I C の実装や映像信号の高速伝送が技術的な課題になるが、表示品位の劣化に結び付くことはない。

【 0 0 4 4 】 一方、垂直方向の解像度を上げるには、ゲートドライバの出力端子の総数を増やすとともに、水平周期を短くしなければならない。このとき、今述べた課題に加えて、充電時間の短縮が大きな問題になる。

【 0 0 4 5 】 さらに、水平周期が短くなった分、周波数の高い信号がソースラインに乗るので、CSDに関する問題がより大きくなる。問題になるのは、ソースラインに乗った信号だけではない。ゲートラインに乗った交流信号も、CGDを介してドレイン電極の電位に影響を与える。

【 0 0 4 6 】 いま、ゲートラインの電位が -10 V のときTFTがOffし、 20 V のときOnするものとする。ゲートラインの電位を -10 V から 20 V に上げると、CGDが存在するためにドレイン電極の電位も上がる。しかし、一度TFTがOnしてしまえば、ソースドライバによるドレイン電極の充電が始まるので、これは問題にならない。逆に、ゲートラインの電位を 20 V から -10 V に下げると、ドレイン電極の電位も下がる。その直後にTFTがOffするので、このとき、ドレイン電極の電位が下がったままになる。つまり、ソースラインからドレイン電極に折角供給された電荷を、ゲートラインが吸い出してしまうのである。

【 0 0 4 7 】 しかし、CGDの影響に対する対策は、比較的容易である。ソースラインに乗る信号が表示する映像によって変わるのに対して、ゲートラインに乗る信号は、設計の段階で完全にわかっているからである。しかも、交流信号が流れているのは、VGAなら480本あるゲートラインの内、現在走査している1本だけである。このため、CGDの影響を見越して、あらかじめソースドライバの出力電圧を補整しておくだけで回避できる。

【 0 0 4 8 】 このように、図7に示す浮遊容量CGD74やCSD75のために、高周波信号に対して、TFTのスイッチング素子としての働きが悪くなる。なお、ゲートラインとソースライン間の浮遊容量などは、ドレイン電極の電位に影響を与えないので、同図では省略している。

【 0 0 4 9 】 次に、コモン反転駆動について説明する。

【 0 0 5 0 】 図12は、液晶セルの印加電圧と、絵素の輝度の関係の一例を示す図である。ここで、実際の特性は、液晶材料の種類により多少変わるが、 1 V を印加すると白くなり、 5 V を印加すると黒くなるものとし、 0 V 以上 1 V 以下の領域及び 5 V 以上の領域では、光学特性が飽和しているものとする。なお、液晶セルに負の電圧を印加したときは、絶対値が同じで符号が逆の電圧を印加したときと同じ特性を示す。

【 0 0 5 1 】 液晶セルが同図に示すような特性を持つ場

合には、一見すると、ソースドライバが 1 V 以上 5 V 以下の電圧を出力できれば、LCDを駆動できるようにも見える。しかしながら、極性反転駆動するには、正負両極性の電圧を出力しなければならないので、実際には、 -5 V 以上 5 V 以下のダイナミックレンジが必要になる。そして、これでは、標準的な 5 V 耐圧のプロセスでソースドライバを製造することができなくなり、また 10 V 耐圧のプロセスを使うと、ソースドライバのチップサイズの増大を招き、コストアップにつながる。そこで、コモン電極の電位を振るいわゆるコモン反転駆動が使われることがある。

【 0 0 5 2 】 図13は、ライン反転とコモン反転駆動を採用したときの水平同期信号、コモン電極の電位、黒の映像信号の電位、白の映像信号の電位を示す図である。コモン反転駆動では、コモン電極には、同図に示すような矩形波が入力される。ここでは、コモン電極の電位を1水平周期毎に 3 V の振幅で振っているため、矩形波の周期は1水平周期の2倍、p-p値は 6 V である。このとき、ソースドライバが 4 V のダイナミックレンジしか有していないにもかかわらず、液晶セルには、 $\pm 5\text{ V}$ の電圧が印加されている。

【 0 0 5 3 】 コモン反転駆動では、ソースドライバの製造コストを押さえられる。また、ソースドライバの出力バッファを 4 V 電源で駆動できるので、消費電力も押さえられる。その反面、コモン電極に矩形波を供給する回路が必要になる。また、コモン反転駆動を採用すると、ドット反転ができなくなる。ただし、フレーム反転やライン反転なら可能である。

【 0 0 5 4 】 これに対して、コモン電極に直流電圧を印加し、素直に 10 V 耐圧のプロセスで製造されたソースドライバを用いる方式を、ここでは、コモン直流駆動と呼ぶことにする。例えば、コモン電極の電位を 5 V 一定とし、液晶セルを正極性に充電するときは $6\sim 10\text{ V}$ の電圧を、負極性に充電するときは $0\sim 4\text{ V}$ の電圧をソースドライバから供給すればよい。このときのコモン直流駆動におけるコモン電極の電位、黒の映像信号の電位、白の映像信号の電位を、同じ図13に示す。

【 0 0 5 5 】 コモン直流駆動では、その特長を生かすため、普通は、ドット反転が行われる。このとき、同じソースドライバI Cの異なる出力バッファから、正極性の信号と負極性の信号が同時に出力される。極性の異なる信号を同時に出力するため、コモン直流駆動のソースドライバ内のDACは、コモン反転駆動のその2倍の規模になり、I Cのチップサイズが大きくなる。DACに供給する補整用の基準電圧の数も2倍に増え、I Cとプリント回路基板の間の端子の数が増え、実装が難しくなる。また、ソースドライバの出力バッファを 10 V 電源で駆動するため、バッファで消費される電力も2倍以上に増える。消費電力の多さは、バッテリー駆動の携帯機器のモニタ用途では、特に大きな問題になる。

【0056】コモン反転駆動は、解像度が比較的低くクロストークの問題の少ないLCDや、ドットピッチが細かく実装の難しいLCD（バームトップPC用やプロジェクタ用など）に適している。コモン直流駆動は、大型で高解像度でバッテリー駆動の必要のないLCD（デスクトップPC用など）に適している。ノートPC用では、現在のところ、コモン反転駆動もコモン直流駆動も一長一短で、どちらも決め手に欠ける。ライン反転ドット反転共に、消費電力の増加を招く要素があるため、どちらが有利であるかは、一概には言えない。

【0057】次に、本発明に係わる液晶表示装置について具体的に説明する。

【0058】図1は、本発明に係わる液晶表示装置が用いるソースドライバの構成を示す図である。なお、図6の各構成部に対応する箇所については、同一の符号を付している。同図に示すように、このソースドライバ11は、シリアル-パラレル変換器21、FF22、DAC23及び出力バッファ24からなり、正極性の信号を出力する出力バッファ24を電源VAH及びVALで駆動し、負極性の信号を出力する出力バッファ24を電源VBH及びVBLで駆動している。出力バッファ24の各駆動電源電圧は、入力された垂直同期信号及び／又は水平同期信号と同期して変更することができる。また、液晶材料を用いて形成された各絵素とソースラインとの間に非品質のシリコン薄膜トランジスタからなる能動素子を設けることができる。なお、コモン電極の電位を5V、正極性の信号のダイナミックレンジを6～10V、負極性のそれを0～4Vとし、出力バッファがRail-to-Rail品であるとする。

【0059】図6に示す従来のソースドライバでは、すべての出力バッファに10V（および0V）の電源電圧が供給されていたが、図1に示すソースドライバ10を駆動するには、例えば、VAH=10V、VAL=6V、VBH=4V、VBL=0Vの電圧を供給すればよい。このように、図1に示すソースドライバ11を用いることにより、従来のものより、出力バッファ24を駆動する電源の電位差を小さくできるので、無駄に消費される電力を減らすことができる。また、シリアル-パラレル変換器と液晶セルの間に新たに追加される回路は、出力バッファの電源ライン2本だけであり、駆動電圧の変更は、映像信号源とシリアル-パラレル変換器の間に設けることができるため、現実的なコストで生産することができる。

【0060】次に、図1に示すソースドライバ11を用いてライン反転やフィールド反転を行うための制御回路及び電源回路等について説明する。図2は、図1に示すソースドライバ11を有する液晶表示装置の全体構成を示す図である。同図に示すように、この液晶表示装置は、TFT5、液晶セル6及びコモン電極7を有する液晶パネル10と、ソースドライバ11と、ゲートドライ

バ12と、制御回路13と、電源回路14と、選択回路15とからなる。ここで、電源回路14の出力電圧は、 $V_{1H}=10V$ 、 $V_{1L}=6V$ 、 $V_{2H}=4V$ 、 $V_{2L}=0V$ 、 $V_{COM}=5V$ とする。

【0061】このとき、選択回路15に、図4(a)に示す選択信号を供給すれば、ドット反転とフィールド反転とを併用することができる。同様に、同図(b)に示す選択信号を供給すれば、ドット反転、ライン反転及びフィールド反転を併用することができる。

10 【0062】図3は、図2に示す電源回路14を簡略化した液晶表示装置の構成を示す図である。ここで、電源回路14の出力電圧は、 $V_{1H}=10V$ 、 $V_{2L}=0V$ 、 $V_{COM}=5V$ とする。実際には、0Vの電源を用意する必要はないので、実質上、 V_{1H} と V_{COM} の2電源で駆動していることになる。

【0063】同図に示す液晶表示装置は、出力バッファの駆動電源の電位差が図2に示すものよりも大きくなるが、電源回路14の部品点数とコストを改善し、信頼性を上げることができる。

20 【0064】また、電源の切換回路をソースドライバIC内部に設ければ、ドライバの外部のアナログ回路は、電源と基準電圧源だけになる。回路が簡単になれば、そのASIC (Application Specified Integrated Circuit) 化に伴うリスクも大幅に減る。アナログ回路を1つのASICにできれば、LCDの更なる薄型軽量化が実現できる。そうすれば、より携帯に適したモニタになる。

30 【0065】なお、図2又は図3に示す電源回路14と選択回路15の代わりに、可変電圧源を用いても構わない。この際、高効率で可変電圧を出力するDC/DCコンバータを使用することができる。また、電源回路14をDC/DCコンバータにするか、チャージポンプにするか、他の方式にするかは、特に限定されるものではなく、また選択回路15をいかにして実現するかも、限定されるものではない。電源回路14、選択回路15及び制御回路は、表示装置がその内部に有していても、映像信号源が有していても構わない。また、電源回路14、選択回路15、制御回路及びドライバは、1つのICに集積されていても、複数のICに分かれていても構わない。さらに、これらが1つのパッケージに収められていても、複数のパッケージに分かれていても構わない。

【0066】本発明は、VGA以外の解像度のLCDにも、ノーマリブラックLCDにも、モノクロLCDにも、容易に適用することができる。また、液晶パネル上に構成された能動素子は、必ずしもTFTでなくてもよく、能動素子そのものを持たなくてもよい。さらに、液晶材料の特性や駆動電源の出力電圧についても、特に限定されるものではない。

【0067】

50 【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明は、

ソースドライバの正極性の信号を出力する第 1 の出力バッファと、負極性の信号を出力する第 2 の出力バッファとを異なる電圧で駆動するよう構成したので、下記に示す効果が得られる。

- 1) 駆動電源の電位差を下げ、ソースドライバの出力バッファで消費される電力を減らすことができる。
 - 2) 出力バッファの耐圧設計に余裕が生じる。
 - 3) 携帯機器のバッテリーの寿命を伸ばすことができる。
- また、本発明では、水平かつ／または垂直同期信号に同期して駆動電源電圧を変更するため、ライン反転かつ／またはフィールド反転を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るソースドライバの構成を示す図である。

【図 2】図 1 に示すソースドライバを有する液晶表示装置の全体構成を示す図である。

【図 3】図 2 に示す電源回路を簡略化した液晶表示装置の構成を示す図である。

【図 4】図 2 に示す選択回路に供給する選択信号の一例を示す図である。

【図 5】6 桁×4 行の TFT 方式の LCD の構造を示す図である。

【図 6】図 5 に示すソースドライバの構成を示すブロック図である。

【図 7】TFT 周辺に浮遊する容量を示す図である。

【図 8】図 5 に示すコモン電極の電位を 0 V と考えたときのソースラインの電位及びドレイン電極の電位等を示す図である。

【図 9】図 5 に示す LCD に表示する画像の一例を示す

図である。

【図 10】フレーム反転、ライン反転及びドット反転を併用した場合に、図 5 に示す LCD の各液晶セルに充電される極性を示す図である。

【図 11】図 5 に示す LCD に表示する画像の一例（市松模様）を示す図である。

【図 12】液晶セルの印加電圧と、絵素の輝度の関係の一例を示す図である。

【図 13】ライン反転とコモン反転駆動を採用したときの水平同期信号、コモン電極の電位、黒の映像信号の電位、白の映像信号の電位を示す図である。

【符号の説明】

1 …液晶パネル

2 …ソースドライバ

3 …ゲートドライバ

4 …制御回路・電源回路

5 …TFT

6 …液晶セル

7 …コモン電極

20 10 …液晶パネル

11 …ソースドライバ

12 …ゲートドライバ

13 …制御回路

14 …電源回路

15 …選択回路

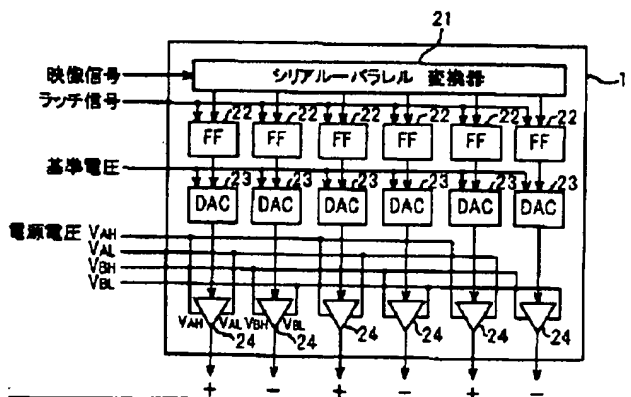
21 …シリアル-パラレル変換器

22 …FF（ラッチ又はフリップフロップ）

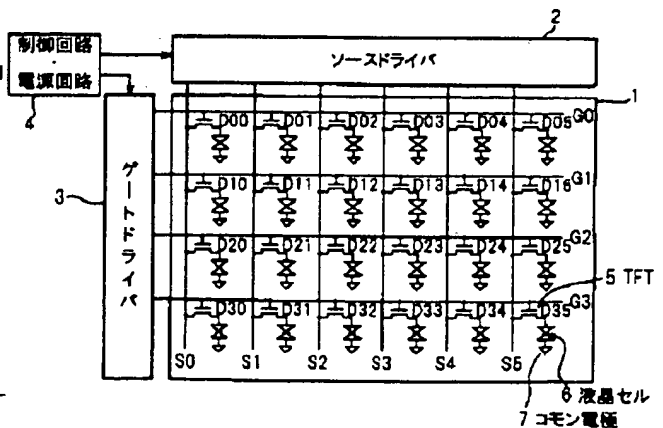
23 …DAC（デジタル-アナログ変換器）

24 …出力バッファ

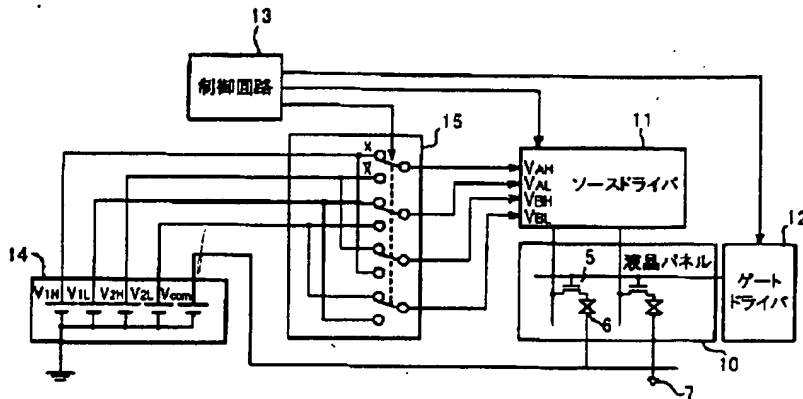
【図 1】



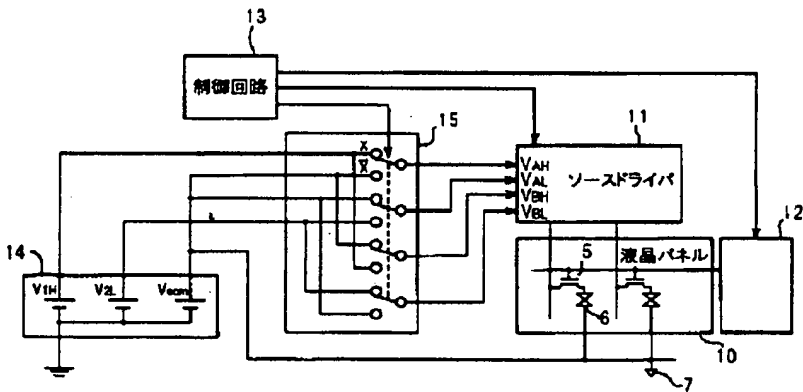
【図 5】



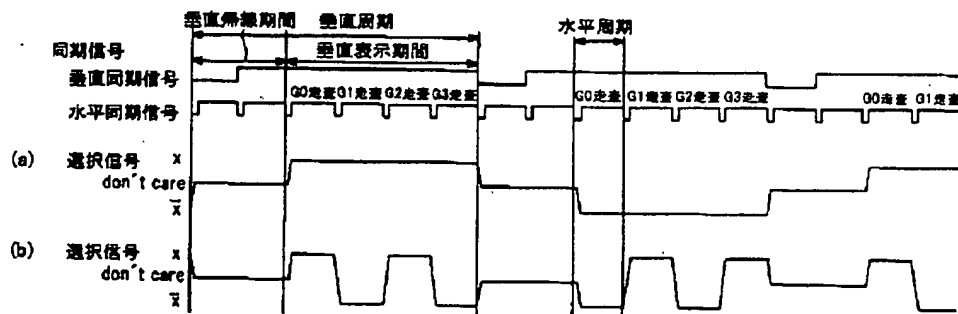
【図 2】



【図 3】

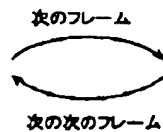


【図 4】



【図 10】

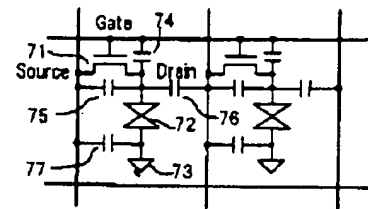
D00	正	D01	負	D02	正	D03	負	D04	正	D05	負
D10	負	D11	正	D12	負	D13	正	D14	負	D15	正
D20	正	D21	負	D22	正	D23	負	D24	正	D25	負
D30	負	D31	正	D32	負	D33	正	D34	負	D35	正



【図 11】

D00	負	D01	正	D02	負	D03	正	D04	負	D05	正	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白
D10	正	D11	負	D12	正	D13	負	D14	正	D15	負	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒
D20	負	D21	正	D22	負	D23	正	D24	負	D25	正	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白
D30	正	D31	負	D32	正	D33	負	D34	正	D35	負	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒

【図 7】



【図 9】

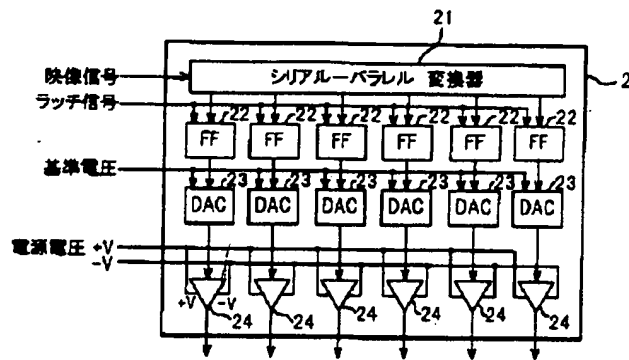
(a)

D00	白	D01	白	D02	白	D03	白	D04	白	D05	白
D10	白	D11	白	D12	黒	D13	黒	D14	白	D15	白
D20	白	D21	白	D22	黒	D23	黒	D24	白	D25	白
D30	白	D31	白	D32	白	D33	白	D34	白	D35	白

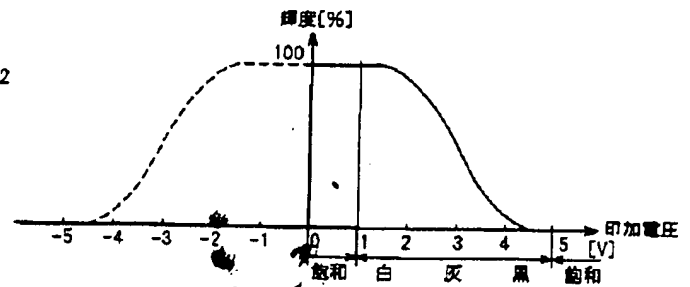
(b)

D00	白	D01	白	D02	灰	D03	灰	D04	白	D05	白
D10	白	D11	白	D12	黒	D13	黒	D14	白	D15	白
D20	白	D21	白	D22	黒	D23	黒	D24	白	D25	白
D30	白	D31	白	D32	灰	D33	灰	D34	白	D35	白

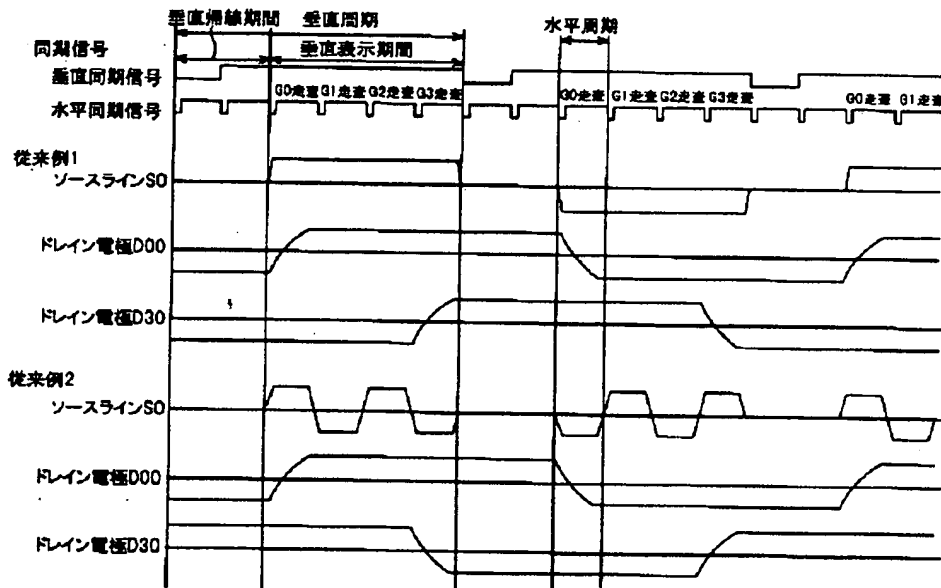
【図 6】



【図 1 2】



【図 8】



【図 1 3】

